

В. Р. Ялунина, Д. С. Варламенко, А. Ю. Жилияков, А. С. Жилин*

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия.

*a.s.zhilin@urfu.ru, zh-al@yandex.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА ИНВАРНОГО СПЛАВА Fe-34 %Ni-2 %Co-1 %C

В настоящей работе были проведены серии термических обработок инварного сплава состава Fe-34 %Ni-2 %Co-1 %C с целью определения температуры отпуска сплава для последующей механической обработки.

Ключевые слова: инвар, железо, никель, отпуск, структура.

V. R. Yalunina, D. S. Varlamenko, A. Yu. Zhilyakov, A. S. Zhilin

DETERMINATION OF TEMPERING TEMPERATURE OF INVAR ALLOY Fe-34 %Ni-2 %Co-1 %C

In this paper, a series of heat treatments for the invar alloy of composition Fe-34 % Ni-2 % Co-1 % C were carried out to determine the tempering temperature of the alloy for subsequent mechanical processing.

Key words: invar, iron, nickel, tempering, structure.

Сплавы на основе системы железо-никель-кобальт являются востребованными сплавами в различных отраслях прецизионного машино- и станкостроения. Это связано с их широким применением в авиакосмической отрасли, где данные сплавы применяются в качестве материалов, компенсирующих тепловое расширение при конструировании изделий, содержащих стыки керамики и различных металлов [1–2]. Коэффициент теплового расширения инварных сплавов позволяет использовать их в контакте с материалом, имеющим самый низкий параметр теплового расширения, — стеклом [3]. Однако при конструировании изделий большой массы и сложной формы становится необходимым использовать технологии литья [2]. Для этого инварные сплавы легируются углеродом, что приводит к повышению жидкотекучести, снижению температуры кристаллизации сплавов, но ухудшает параметры теплового расширения [4].

Одним из важных задач работы являлась стабильность значений температурного коэффициента линейного расширения при последующих обработках сплава. Проведены отпуска инварного сплава при различных температурах (200, 250, 300, 350, 400, 450 °C) с разным временем выдержки (30, 45, 60 мин).

В работе проведен металлографический анализ и показано, что при более высоких температурах отпуска (от 400 °C) в структуре сплава происходят изменения морфологии составляющих, в частности, изменяется морфология графита, что является не очень благоприятным фактором формирования стабильных значений температурного коэффициента линейного расширения по причинам развития диффузионных процессов, приводящим к изменению концентрации углерода в носителе инварных свойств — γ -фазе.

В результате работы даны рекомендации по увеличению температуры отпуска изделий до 300 °C с временем выдержки в 30 минут.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Comparative study on mechanical behavior of low temperature application materials for ships and offshore structures: Part I — Experimental investigations / W.S. Park [et. al.] // Materials Science and Engineering A. 2011. V. 528. P. 5790–5803.
- 2 Precision castable alloy of invar class for operating temperatures up to 500 °C / V. I. Chermenskii [et. al.] // Metal Science and Heat Treatment. 2011. V. 52. P. 504–507.
- 3 Ha T. K., Min S. H. Effect of C content on the microstructure and physical properties of Fe-36Ni invar alloy // Materials Science Forum. 2015. V. 804. P. 293–296.
- 4 Influence of carbon addition on structure and thermal properties of cast superinvar alloys / A. S. Zhilin [et. al.] // Procedia Materials Science. 2014. V. 5. P. 173–180.